

REAKCJA KOMONICY ZWYCZAJNEJ (*LOTUS CORNICULATUS* L.) UPRAWIANEJ NA GLEBIE MINERALNEJ I ORGANICZNEJ NA STRES WODNY

Marzenna OLSZEWSKA

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Katedra Łąkarstwa

Słowa kluczowe: indeks zieloności liści SPAD, intensywność fotosyntezy, komonica zwyczajna (Lotus corniculatus L.), plonowanie, stres wodny

Streszczenie

W dwóch doświadczeniach szklarniowych badano reakcję komonicy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.) odmiany Skrzyszowicka na stres wodny. W pierwszym doświadczeniu wazony wypełniono glebą mineralną, w drugim zaś organiczną. Wilgotność gleby mineralnej utrzymywano na poziomie 35 i 70% *PPW*, natomiast organicznej na poziomie 40 i 80% *PPW*. W okresie wegetacji mierzono intensywność fotosyntezy (urządzeniem do pomiaru parametrów wymiany gazowej Li-Cor) oraz indeks zieloności liści (chlorofilometrem SPAD). Rośliny ścinano trzykrotnie. Uzyskaną biomasę poddano analizie chemicznej. Wyniki badań wykazały, że stres wodny istotnie ograniczał intensywność fotosyntezy i plonowanie roślin oraz zwiększał ilość chlorofilu w liściach komonicy zwyczajnej. Stwierdzono istotną dodatnią korelację między intensywnością fotosyntezy a plonem suchej masy i ujemną korelację między indeksem zieloności liści *SPAD* a intensywnością fotosyntezy. Gleba, na której uprawiano komonicę zwyczajną, wpływała na intensywność fotosyntezy, plonowanie i skład chemiczny roślin, nie miała natomiast wpływu na zawartość chlorofilu wyrażoną jako indeks zieloności liści *SPAD*.

WSTĘP

Komonica zwyczajna (*Lotus corniculatus* L.) jest gatunkiem łatwo przystosowującym się do różnych typów gleb i warunków siedliskowych. Szczególnie cenna

Adres do korespondencji: dr inż. M. Olszewska, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Katedra Łąkarstwa, pl. Łódzki 1/18, 10-718 Olsztyn; tel. (89) 523-35-64, e-mail: marzenno@uwm.edu.pl

jest w stanowiskach suchych, ponieważ głęboko korzeni się i ma bardzo silnie rozwinięty system korzeniowy [BUKOWIECKI, PALUCH, ANTONIEWICZ, 1997]. Cechuje ją zdolność pobierania wody z głębokich warstw gleby i może być uprawiana w siedliskach, gdzie inne gatunki mają nikłe szanse [NOVOSELOVA, FRAME 1992; TRABA, WOLAŃSKI, 2003]. Odnacza się przy tym dużą trwałością i wartością pastewną [BENEDYCKI, 1991; BENEDYCKI i in., 1994; BUKOWIECKI, GŁOWACKA-KOSTYRA, 1995; GOLPEN, GREENSHIELDS, 1991; GRZEGORCZYK, OLSZEWSKA, 1997; WILCZEK, ĆWINTAL, ANDRUSZCZYSZYN, 1999]. Potrzeba zwiększenia liczby gatunków roślin motylkowatych, które mogą być stosowane w siedliskach słabiej uwilgotnionych przyczyniła się do podjęcia badań, których celem było określenie reakcji komonicy zwyczajnej na stres wodny.

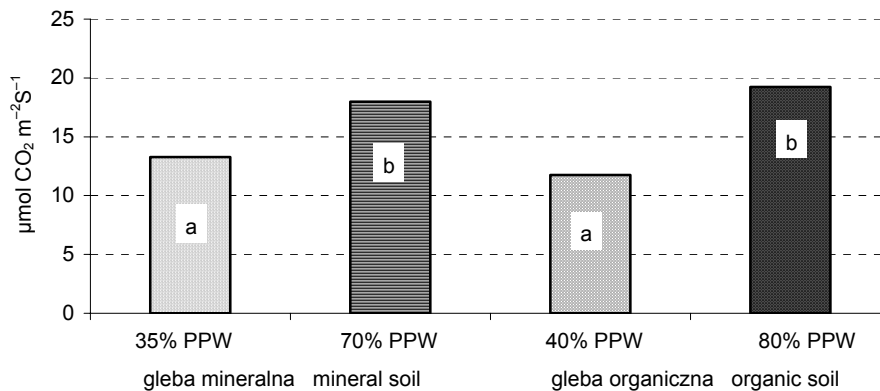
MATERIAŁ I METODY BADAŃ

W 2002 r. założono w szklarni UWM w Olsztynie dwa równoległe doświadczenia jednoczynnikowe. W pierwszym doświadczeniu wazonu typu Kick-Brockmanna napełniono 10 kg gleby mineralnej określonej jako piasek gliniasty lekki pylasty, zawierającej 1,84% substancji organicznej. Zawartość przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu była duża, a odczyn gleby wyrażony pH_{KCl} wynosił 5,6. W drugim doświadczeniu wazonu wypełniono 8 kg gleby torfowo-murszowej, zawierającej 25,25% substancji organicznej. Zawartość przyswajalnego fosforu, potasu i magnezu była mała, odczyn gleby wyrażony pH_{KCl} wynosił 4,9. Badaniami objęto komonicę zwyczajną odmiany Skrzyszowicka. W każdym wazonie wysiano w 10 punktach po 2-3 nasiona szczepione *Rhizobium* i bezpośrednio po wschodach przerwano rośliny, pozostawiając po 6 w wazonie. Testowano wpływ zróżnicowanego uwilgotnienia gleby na rośliny. Wilgotność gleby mineralnej wynosiła 70% *PPW* (wilgotność optymalna) i 35% *PPW* (stres wodny), a wilgotność gleby organicznej odpowiednio 80 i 40%. Właściwą wilgotność gleby utrzymywano przez systematyczne uzupełnianie ubytków wody do określonej masy wazonu z glebą. Przed siewem nasion zastosowano startową dawkę azotu w ilości $0,25 \text{ g} \cdot \text{wazon}^{-1}$ na glebie organicznej i $0,5 \text{ g} \cdot \text{wazon}^{-1}$ na glebie mineralnej. Nawożenie fosforem, potasem i magnezem stosowano jednorazowo, przedsięwzięcie w ilości: $0,25 \text{ g P} \cdot \text{wazon}^{-1}$, $1,00 \text{ g K} \cdot \text{wazon}^{-1}$ i $0,25 \text{ g Mg} \cdot \text{wazon}^{-1}$ na glebie organicznej, zaś na glebie mineralnej ze względu na dużą zasobność gleby w te składniki dawki zmniejszono o połowę. W okresie wegetacji mierzono intensywność fotosyntezy za pomocą przenośnego urządzenia do pomiaru parametrów wymiany gazowej Li-Cor oraz indeks zieloności liści za pomocą ręcznego chlorofilometru SPAD. Pomiar intensywności fotosyntezy i zieloności liści wykonywano na najmłodszym w pełni rozwiniętym liściu pędów losowo wybranych z każdego obiektu. W każdym pokosie wykonano po 4 pomiary, odczytów dokonywano w odstępach tygodniowych. W sezonie wegetacyjnym przeprowadzono trzykrotną defoliację roślin, a uzyskaną

biomasę poddano analizie chemicznej. Wyniki badań opracowano statystycznie, używając do tego celu programu komputerowego STATISTICA. Istotność różnic weryfikowano testem Tukeya na poziomie ufności $p = 0,99$.

WYNIKI BADAŃ I DISKUSJA

Intensywność fotosyntezy w liściach komonicy zwyczajnej zależała od uwilgotnienia gleby. Istotnie większe wartości stwierdzono w liściach roślin uprawianych na glebie optymalnie uwilgotnionej (rys. 1). Zmniejszenie intensywności fotosyntezy pod wpływem stresu wodnego było znaczne, roślin uprawianych na glebie mineralnej ok. 26%, zaś roślin uprawianych na glebie organicznej – 39%.

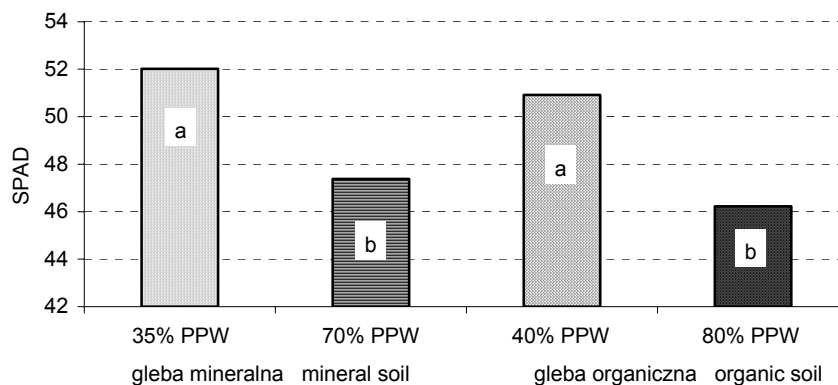


Rys. 1. Intensywność fotosyntezy liści komonicy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.); a, b – grupy jednorodne, PPW – połowa pojemności wodna

Fig. 1. Intensity of photosynthesis in *Lotus corniculatus* L. leaves; a, b – homogenous groups; PPW – field water capacity

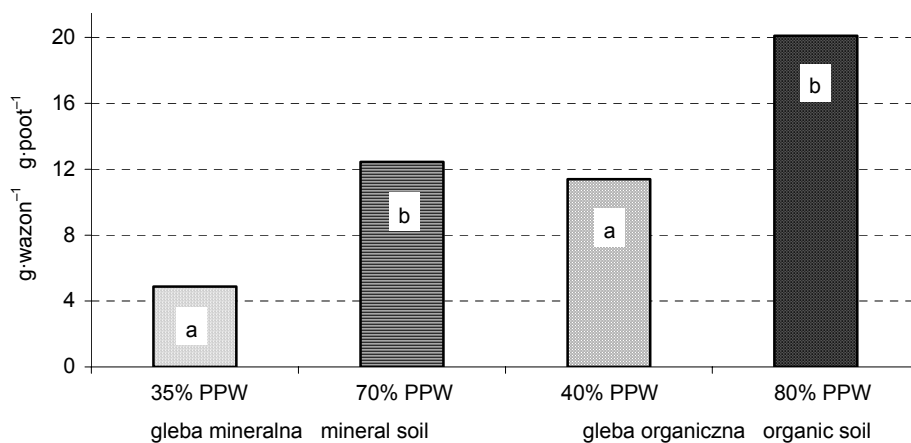
Odwrotne zależności stwierdzono, analizując zawartość chlorofilu, wyrażoną jako indeks zieloności liści. Liście roślin uprawianych w warunkach stresowych miały intensywne zielone zabarwienie, a wartość indeksu *SPAD* była istotnie większa w porównaniu z roślinami uprawianymi w optymalnych warunkach wilgotnościowych (rys. 2). Gleba, na której uprawiano komonicę zwyczajną, w niewielkim stopniu wpływała na zabarwienie roślin, jednak większe wartości indeksu *SPAD* stwierdzono w roślinach uprawianych na glebie mineralnej.

Niedobór wody w glebie silnie wpływał na plonowanie komonicy zwyczajnej. Badania wykazały trzykrotne zmniejszenie plonu suchej masy roślin uprawianych na glebie mineralnej i prawie dwukrotne – roślin uprawianych na glebie organicznej w porównaniu z obiektami kontrolnymi (rys. 3). Również badania



Rys. 2. Indeks zieloności liści *SPAD* komonicy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.); *a, b* – grupy jednorodne, *PPW* – połowa pojemność wodna

Fig. 2. Leaf greenness index *SPAD* of *Lotus corniculatus* L. leaves; *a, b* – homogenous groups; *PPW* – field water capacity

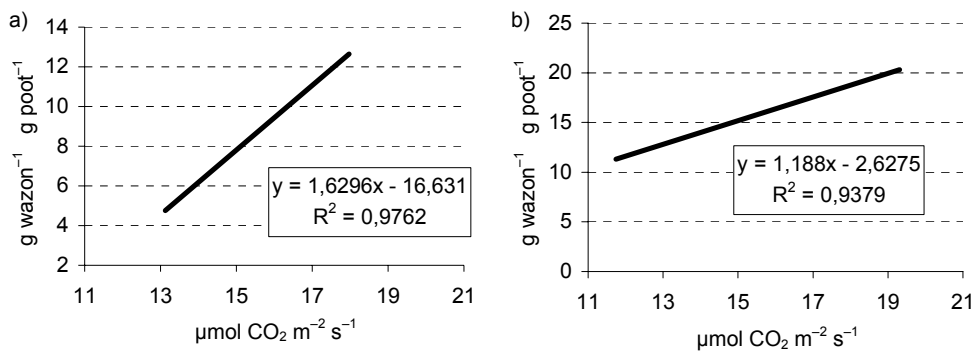


Rys. 3. Łączny plon suchej masy; *a, b* – grupy jednorodne, *PPW* – połowa pojemność wodna

Fig. 3. Total dry matter yield; *a, b* – homogenous groups; *PPW* – field water capacity

innych autorów wskazują na istotny spadek plonowania roślin motylkowatych pod wpływem stresu wodnego [BELAYGUE i in., 1996; GRIEU, ROBIN, GUCKERT, 1991; MUCHOW i in., 1986]. W badaniach własnych komonica uprawiana na glebie organicznej plonowała znacznie lepiej niż na glebie mineralnej, a plon uzyskany na glebie organicznej w warunkach stresu wodnego dorównywał plonowi komonicy uprawianej w warunkach optymalnej wilgotności gleby mineralnej. Mimo, że komonica zwyczajna jest zalecana do uprawy na glebach lekkich [WILCZEK, ĆWINTAL, ANDRUSZCZYSZYN, 1999], to uzyskane plony świadczą o łatwym przystosowaniu się tego gatunku do gleb organicznych.

Na obu glebach udowodniono dodatnią zależność między intensywnością fotosyntezy i plonowaniem komonicy zwyczajnej oraz ujemną zależność między indeksem zieloności liści *SPAD* a intensywnością fotosyntezy. Świadczy to o wysoce istotnym wpływie fotosyntezy na plonowanie komonicy i o tym, iż większa zawartość chlorofilu w liściach nie zawsze decyduje o zwiększeniu intensywności fotosyntezy (rys. 4, 5). Z badań przeprowadzonych przez WRÓBLA [1997] wynika, że organy zawierające więcej chlorofilu charakteryzowały się mniejszą aktywnością asymilacji CO_2 . Autor ten twierdzi, iż nie zawsze można odnieść większą intensywność fotosyntezy do większej zawartości chlorofilu. WILLIAMS [1977] udowodnił, że często rośliny ubogie w chlorofil wytwarzają wielokrotnie więcej asymilatów przypadających na jednostkę chlorofilu niż rośliny bogate w ten barwnik. Również ŠESTÁK i ČATSKÝ [1962] oraz WOJCIESKA [1973] stwierdzili, że zawartość barwników nie jest bezpośrednio skorelowana z fotosyntezą, zatem nie stężenie chlorofilu, ale wielkość powierzchni asymilacyjnej decyduje o tym, jaką masę rośliny wytworzy [ZBIEĆ i in., 1998].

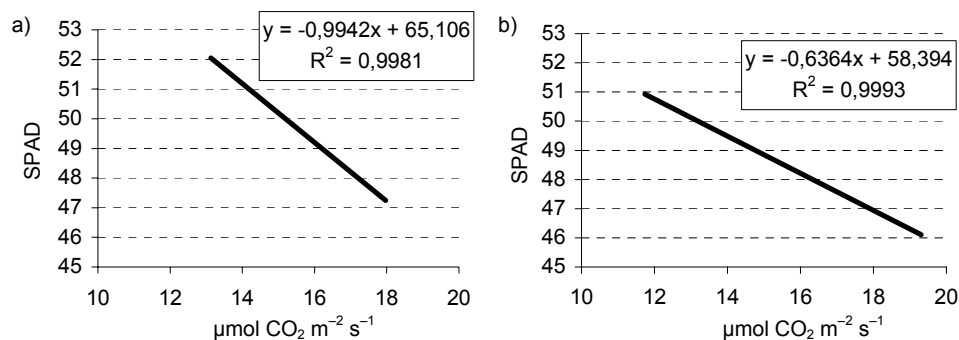


Rys. 4. Korelacja między plonem suchej masy a intensywnością fotosyntezy; a) gleba mineralna, b) gleba organiczna

Fig. 4. Correlation between dry matter yield and the rate of photosynthesis; a) mineral soil, b) organic soil

Wyniki analiz chemicznych wykazały, iż zarówno na glebie mineralnej, jak i organicznej wyraźnie zasobniejsze w białko były rośliny uprawiane w warunkach niedoboru wody. Jednocześnie stwierdzono w nich znacznie mniejszą zawartość włókna surowego (tab. 1). Podobne zależności odnotowano w kształtowaniu się zawartości popiołu surowego. Łączyć to należy z fazą rozwojową. Rośliny uprawiane w warunkach stresu słabiej się rozwijały, były znacznie niższe i zawierały mniej zdrewniałych części.

Pod wpływem stresu wodnego zmienił się skład mineralny roślin. Rośliny poddane stresowi zawierały więcej potasu, magnezu i wapnia oraz mniej sodu w suchej masie, jedynie zawartość fosforu nie wykazywała większych zmian (tab. 2).



Rys. 5. Korelacja pomiędzy indeksem zieloności liścia a intensywnością fotosyntezy

Fig. 5. Correlation between the leaf greenness index and the rate of photosynthesis

Tabela 1. Zawartość białka ogólnego, włókna surowego i popiołu surowego w biomacie komonicy zwyczajnej ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s.m.)

Table 1. Content of crude protein, crude fibre and crude ash in biomass *Lotus corniculatus* L. ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)

Typ gleby Type of soil	Wilgotność gleby Soil moisture % PPW	Białko ogólne Total protein	Włókno surowe Crude fibre	Popiół surowy Crude ash
Gleba mineralna Mineral soil	35 70	182 169	156 204	98 81
Gleba organiczna Organic soil	40 80	171 151	167 213	94 88

Objaśnienia: PPW – połowa pojemność wodna.

Explanations: PPW – field water capacity.

Tabela 2. Zawartość makroelementów w biomacie komonicy zwyczajnej ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ s. m.)

Table 2. Content of macroelements in biomass *Lotus corniculatus* L. ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ DM)

Typ gleby Type of soil	Wilgotność gleby Soil moisture % PPW	P	K	Mg	Ca	Na
Gleba mineralna Mineral soil	35 70	1,8 2,1	33,5 31,3	4,7 3,6	12,8 10,5	1,6 2,0
Gleba organiczna Organic soil	40 80	1,9 2,0	31,3 28,7	5,3 4,4	15,0 11,9	1,0 1,5

Objaśnienia jak pod tabelą 1.

Explanations as in Tab. 1.

W literaturze spotyka się rozbieżne wyniki dotyczące wpływu dostępności wody w glebie na skład mineralny roślin. Badania przeprowadzone przez BENEDYCKIEGO i in. [1998] oraz JURKOWSKĄ, ROGÓŻ i WOJCIECHOWICZ [1993] wykazały, że zmniejszenie uwilgotnienia gleby powodowało zwiększenie zawartości azotu i wapnia w biomacie roślin oraz zmniejszenie – fosforu i potasu. Z badań KORMANA [1999] wynika, że zwiększenie uwilgotnienia gleby nie zmieniało istotnie zawartości składników mineralnych w zielonce z mieszanek traw, przyczyniło się natomiast do zwiększenia zawartości fosforu i potasu w zielonce z lucerny. Badania przeprowadzone przez TRZASKOŚ i in. [2001] wykazały zwiększenie zawartości białka, potasu i wapnia, a zmniejszenie – fosforu i sodu w roślinach uprawianych w warunkach suchych.

WNIOSKI

1. Stres wodny spowodował istotne ograniczenie intensywności fotosyntezy i zmniejszenie plonu koniczycy zwyczajnej, przy czym większym spadkiem plonu reagowały rośliny uprawiane na glebie mineralnej.
2. Intensywność fotosyntezy dodatnio wpłynęła na plon suchej masy koniczycy zwyczajnej.
3. W roślinach zawierających więcej chlorofilu fotosynteza przebiegała wolniej.
4. Rośliny poddane stresowi uprawiane zarówno na glebie mineralnej, jak i organicznej zawierały więcej chlorofilu, białka, popiołu, potasu, magnezu i wapnia, a mniej włókna i sodu.

LITERATURA

- BELAYGUE C., WERY J., COWAN A., TARDIEU F., 1996. Contribution of leaf expansion, rate of leaf appearance and stolon branching to growth of plant leaf area under water deficit in white clover. *Crop Sci.* 36 s. 1240–1246.
- BENEDYCKI S. M., 1991. Optymalizacja nawożenia azotowego mieszanek motylkowo-trawiastych na użytkach przemiennych. *Acta Acad. Agricult. Techn. Olst. Agricult.* 52 Supl. A. ss. 59.
- BENEDYCKI S., GRZEGORCZYK S., BENEDYCKA Z., BAŁUCH A., 1998. Reakcja koniczycy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.) na zróżnicowany odczyn i pojemność wodną gleby. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 456 s. 587–590.
- BENEDYCKI S., GRZEGORCZYK S., BENEDYCKA Z., GRABOWSKI K., 1994. The influence of nitrogen application on the yields of grass mixtures with *Lotus corniculatus* L. 15 th Gen. Meeting EGF, Wageningen, Netherland s. 61–64.
- BUKOWIECKI F. K., GŁOWACKA-KOSTYRA K., 1995. Trwałość odmian *Trifolium repens* L. oraz *Lotus corniculatus* L. w mieszance z trawami w użytkowaniu kośnym na tle trzech poziomów nawożenia azotem. W: *Kierunki rozwoju łąkarstwa na tle aktualnego poziomu wiedzy w najważniejszych jego działach. Mater. konf. nauk.* Warszawa: Wydaw. SGGW s. 116–124.
- BUKOWIECKI F. K., PALUCH B., ANTONIEWICZ A., 1997. Niektóre cechy morfologiczne koniczyny białej (*Trifolium repens* L.) i koniczycy zwyczajnej (*Lotus corniculatus* L.) a zawartość białka

- ogólnego i włókna surowego w liściach i łodygach tych gatunków. Biul. Oc. Odm. 29 s. 127–131.
- GOLPEN B.P., GREENSHIELDS J.E.R., 1991. Cree birdsfood trefoil. Can. J. Pl. Sci. 61(1) s. 163–167.
- GRIEU P., ROBIN C., GUCKERT A., 1991. Sensitivity of net photosynthesis to soil drought in white clover (*Trifolium repens* L.). www.fao.org/docrep/V2350E/v2350e0y.htm
- GRZEGORCZYK S., OLSZEWSKA M., 1997. Rośliny motylkowate w mieszankach z trawami jako czynnik ograniczający nawożenie azotowe. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 453 s. 209–215.
- JURKOWSKA H., ROGÓŻ A., WOJCIECHOWICZ T., 1993. The content of mineral components in plants as depending on soil moisture content. P. 1. Macroelements. Acta Agr. Silv. Ser. Agr. 30 1 s. 29–35.
- KORMAN K., 1999. Wpływ dostępności wody na zawartość podstawowych składników mineralnych w zielonce z lucerny i mieszanek traw. W: Związki mineralne w żywieniu zwierząt. Referaty i doniesienia II konferencji naukowej. Balice, 22–23 września 1997 r. Kraków: IZ s. 305–311.
- MUCHOW R.C., SINCLAIR T.R., BENNETT J.M., HAMMOND L.C., 1986. Response of leaf growth, leaf nitrogen and stomatal conductance to water deficits during vegetative growth of field-grown soybean. Crop Sci. 26 s. 1190–1195.
- NOVOSELOVA A., FRAME J., 1992. The role of legumes in European grassland production. Proc. 14th Gen. Meet. EGF, Lahti, Finland s. 87–96.
- ŠESTÁK Z., ČATSKÝ J., 1962. Intensity of photosynthesis and chlorophyll content as related to leaf age in *Nicotiana sanderae* Hart. Biol. Plantar. 4 s. 131–140.
- TRĄBA C., WOLAŃSKI P., 2003. Niektóre elementy wartości paszowej roślin motylkowatych występujących w runi półnaturalnych łąk i pastwisk. Biul. IHAR 225 s. 73–79.
- TRZASKOŚ M., CZYŻ H., KITCZAK T., MICHAŁKIEWICZ J., 2001. Zawartość białka i makroelementów we frakcjach runi łąk przy morskich na tle zróżnicowania siedlisk. Pam. Puł. 125 s. 147–157.
- WILCZEK M., ĆWINTAL M., ANDRUSZCZYSZYN K., 1999. Plonowanie komonicy zwyczajnej w zależności od wybranych czynników agrotechnicznych na glebie lekkiej. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. z. 468 s. 255–264.
- WILLIAMS L.E., 1977. Relationship between early photosynthesis products, photorespiration and stage of leaf development in *Zea mays* L. Pflanzenphysiologie. B. 81 H s. 4–9.
- WOJCIESKA U., 1973. Dynamika wzrostu i produktywność fotosyntezy żyta ozimego (*Secale cereale* L.). Pam. Puł. 56 s. 7–30.
- WRÓBEL J., 1997. Porównanie natężenia fotosyntezy struktur liściowych u morfologicznie zróżnicowanych form groch siewnego. Zesz. Nauk. AR Szczec. 181 Rol. 68 s. 201–214.
- ZBIEĆ I., WOJTASIK D., RUMASZ E., PODSIADŁO C., 1998. Wpływ deszczowania i nawożenia na procesy fizjologiczne i plonowanie jęczmienia uprawianego na glebie lekkiej. Fragm. Agron. 2(58) s. 63–71.

Marzenna OLSZEWSKA

**THE RESPONSE OF *LOTUS CORNICULATUS* L.
GROWN ON MINERAL AND ORGANIC SOIL TO WATER STRESS**

Key words: *leaf greenness index, Lotus corniculatus* L., *photosynthesis intensity, water stress, yielding*

S u m m a r y

The response of *Lotus corniculatus* L. var. Skrzyszowicka to water stress was studied in two greenhouse experiments. In the first experiment the pots were filled with mineral soil, and in the other – with organic soil. Mineral soil humidity was 35 and 70 % field water capacity, and organic soil humidity – 40 and 80 % field water capacity. During the vegetation period the rate of photosynthesis was determined with an apparatus for measuring gas exchange parameters Li-Cor, and the leaf greenness index – with a SPAD chlorophyll meter. The plants were cut three times. Obtained biomass was subjected to chemical analysis. The results showed that water stress considerably reduced the rate of photosynthesis and plant yield, and increased the chlorophyll content of *Lotus corniculatus* L. leaves. There was a significant positive correlation between the rate of photosynthesis and dry matter yield, and a negative correlation between the leaf greenness index (*SPAD*) and the rate of photosynthesis. Soil type affected the rate of photosynthesis, yield and chemical composition of plants but had no influence on the chlorophyll content expressed as the leaf greenness index (*SPAD*).

Recenzenci:

dr inż. Franciszek K. Bukowiecki

prof. dr hab. Władysław Golinowski

Praca wpłynęła do Redakcji 09.03.2004 r.

